

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-081967

(43)Date of publication of application : 28.03.1997

(51)Int.Cl.

G11B 7/24

G11B 7/00

(21)Application number : 07-235136

(71)Applicant : MITSUBISHI CHEM CORP

(22)Date of filing : 13.09.1995

(72)Inventor : MIZUNO HIROYOSHI
TAKADA KENICHI
KUNITOMO HARUO
HORIE MICHIKAZU

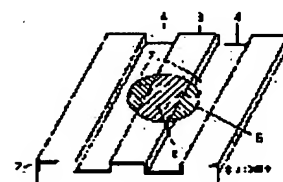
(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM AND RECORDING AND REPRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decrease crosstalks even if signals are recorded in both of land and groove by limiting the groove depth.

SOLUTION: This optical recording medium is constituted by successively laminating a dielectric layer, phase change type recording layer, dielectric layer and metallic reflection layer on a transparent substrate 1 on which grooves 4 are formed. The recording, erasing and reproducing of information are executed in the optical recording medium by using both of the regions on the grooves 4 and on the lands 3 as recording regions and irradiating the recording medium with a laser beam of a wavelength of $\leq 700\text{nm}$. The recording medium satisfies equation II,

equation III (where m: integer) when the groove width is 0.3 to 0.8 μm , the land width is 0.3 to 0.8 μm and the groove depth (d) is equation I (where, λ : the wavelength of irradiation light, n: the refractive index of the substrate 1, d: the depth of the grooves) and when the larger of the reflectivity is defined as Rhigh%, the lower as Rlow% and the phase difference Q of the reflected light from the unrecorded regions and the recorded regions as equation IV. Further, the optical recording medium is so constituted that the land width LW satisfies equation V (where, NA: the numerical aperture of a focusing lens) and the



$$\lambda / 7 \pi < d < \lambda / 6 \pi \quad \text{I}$$

$$1.0 \leq R_{\text{high}} \leq 4.0 \quad \text{II}$$

$$R_{\text{low}} / R_{\text{high}} \leq 0.15 \text{ m\% / u} \quad \text{III}$$

$$Q = (\text{未記録領域からの反射光の位相}) - (\text{記録領域からの反射光の位相}) \quad \text{IV}$$

$$0.62 \lambda / \text{NA} \leq \text{LW} \leq 0.8 \lambda / \text{NA} \quad \text{V}$$

$$(\text{LW} + \text{GW}) / 2 > 0.6 \lambda / \text{NA} \quad \text{VI}$$

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-81967

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/24	5 6 1	8721-5D	G 1 1 B 7/24	5 6 1 M
7/00		9464-5D	7/00	F

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-235136

(22) 出願日 平成7年(1995)9月13日

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 水野 裕宜

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(72) 発明者 高田 健一

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(72) 発明者 国友 晴男

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 曉司

最終頁に続く

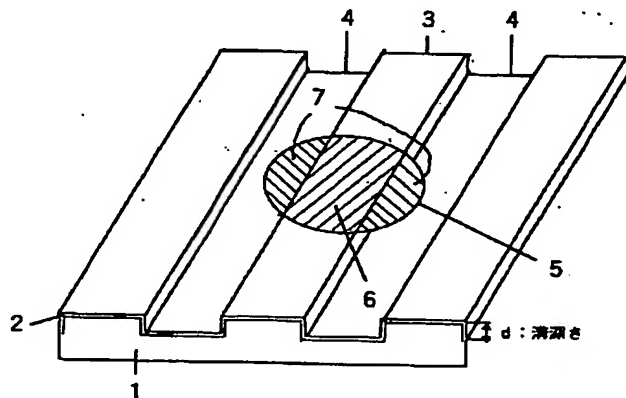
(54) 【発明の名称】 光記録媒体および記録再生方法

(57) 【要約】

【目的】 レーザー光の照射により、基板の溝部とランド上の両方に情報の記録、再生、消去を行うための光学的情報記録媒体および記録再生方法を提供する。

【構成】 溝が形成された透明基板上に、誘電体層、相変化型記録層、誘電体層、金属反射層を順次積層した構成からなり、前記溝上とランド上の両方を記録領域として用い、700nm以下の波長のレーザー光を照射することによって情報の記録、消去、再生を行なう光記録媒体であって、溝幅が0.3μm以上0.8μm以下、ランド幅が0.3μm以上0.8μm以下で、かつ溝深さdが $\lambda/7n < d < \lambda/5n$ とされており、(λ:照射光の波長、n:基板の屈折率、d:溝の深さ)

定義される未記録領域からの反射光と記録領域からの反射光の反射率、未記録領域と記録領域からの反射光の位相差を特定した光記録媒体。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 溝が形成された透明基板上に、誘電体層、相変化型記録層、誘電体層、金属反射層を順次積層した構成からなり、前記溝上とランド上の両方を記録領域として用い、700nm以下の波長のレーザー光を照射することによって情報の記録、消去、再生を行なう光記録媒体であって、

(1) 溝幅が $0.3\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下、ランド幅が $0.3\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下で、かつ溝深さ d が以下に示す不等式を満たし、

【数1】 $\lambda/7n < d < \lambda/5n$

(λ :照射光の波長、 n :基板の屈折率、 d :溝の深さ)

(2) 下記で定義される未記録領域からの反射光と記録領域からの反射光のうち、反射率の大きい方を R_{high} (%)、低い方を R_{low} (%)とし、未記録領域と記録領域からの反射光の位相差を α とすると、以下に示す式を満たし、

【数2】 $10 \leq R_{\text{high}} \leq 40$

【数3】 $R_{\text{low}}/R_{\text{high}} \leq 0.15$

$m\pi \neq \alpha$ (m は整数)

ただし、

α = (未記録領域からの反射光の位相) - (記録領域からの反射光の位相)

(3) ランド幅 LW が次式を満たし、

【数4】 $0.62\lambda/NA \leq LW \leq 0.8\lambda/NA$

λ は照射光波長、 NA は集束レンズの開口数

(4) 溝幅 GW 及びランド幅 LW が次式を満たす

【数5】 $(LW+GW)/2 > 0.6\lambda/NA$

ことを特徴とする光記録媒体。

【請求項2】 波長 λ の照射レーザー光のうち、前記記録層で吸収される比率を記録層がアモルファス相である場合を A_d 、記録層が結晶状態である場合を A_c としたとき、結晶状態とアモルファス状態の吸収率の比 A_c/A_a が

【数6】 $0.84 \leq A_c/A_a < 1.01$

である請求項1に記載の光記録媒体。

【請求項3】 記録層が、Ge、Sb、Teを主成分とする合金からなり、厚みが $20 \pm 5\text{nm}$ である請求項1または2に記載の光記録媒体。

【請求項4】 反射層がAlとTiまたはTaの合金であり、TiまたはTaの含有量が0.5~3.5at%であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の光記録媒体。

【請求項5】 下部誘電体保護層と上部誘電体保護層のうち的一方または両方が、 ZnS と SiO_2 または Y_2O_3 のうちいずれか一方との混合膜であり、 SiO_2 または Y_2O_3 の含量が5~40mol%であることを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載の光記録媒体。

2

【請求項6】 請求項1に記載の光記録媒体を用い、溝上と溝間の両方を記録領域として用い、いずれの領域にも700nm以下の波長のレーザーの1ビームオーバーライトによって記録、消去、再生せしめることを特徴とする記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光記録媒体および記録再生方法に関し、レーザー光の照射により、基板の溝部と溝間の両方に情報の記録、再生、消去を行うための光学的情報記録媒体および記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、情報量の増大にともない、高密度でかつ高速に大量のデータの記録・再生ができる記録媒体が求められているが、光ディスクはまさにこうした用途に応えるものとして期待されている。こうした記録媒体への高容量化、高密度化への要求は、膨大な画像情報や音声信号を扱う上で記録媒体と記録装置に課せられた時代の必然であり、デジタル変調技術及びデータ圧縮技術の進歩と歩調をあわせてその進歩はまさに日進月歩である。

【0003】 高密度化の具体的な手段として光ディスクにおいては、光源の短波長化やレンズの高NA(Numerical Aperture)化による照射光の収束ビーム径の縮小、記録マーク長の短小化、回転数一定のもとで外周に行くほど記録周波数を上げて内外周での記録密度を一定とするMCAV(Modified Constant Angular Velocity)、マーク始端と後端に情報をのせるマークエッジ記録などが開発、利用されており、今後に向けてさらなる高密度化の手法が模索されているのが現状である。

【0004】 記録が可能な光ディスクでは、あらかじめ案内溝がディスク上に刻まれ、いわゆるトラックが形成されている。通常、案内溝相互間もしくは案内溝内にレーザー光が集光されることによって、情報信号の記録、再生又は消去が行われる。現在市販されている一般的な光ディスクにおいては、通常案内溝相互間もしくは案内溝内のどちらか一方にのみ情報信号が記録され、他方は隣接トラックを分離して信号の漏れ込みを防ぐための境界の役割を果たしているに過ぎない。

【0005】 この境界部分、例えば案内溝相互間に記録する場合においては案内溝内、また、案内溝内に記録する場合においては案内溝相互間、にも同様に情報の記録が可能となれば記録密度は2倍となり記録容量の大幅な向上が期待できる。以下、案内溝をグループ、案内溝相互間をランド、ランド部とグループ部の両方に情報を記録する方法をL&G記録と記述することにする。

【0006】 L&G記録の提案としては特公昭63-57859号などがあるが、このような技術を用いる場合には、クロストークの低減に格段の注意を払う必要があ

3

る。すなわち、前述の特公昭63-57859号記載のL&G記録では、あるトラックの記録マーク列とそれと隣合うトラックの記録マーク列同士の間隔が収束ビーム径の半分になるため、再生したい記録マーク列の隣の記録マーク列まで収束ビーム径が重なる。

【0007】このため、再生時のクロストークが大きくなり、再生S/Nが劣化するという問題がある。このクロストークを低減させるため、例えば、SPIE Vol. 1316 Optical Data Storage (1990) pp. 35にあるように、光ディスク再生装置に特別の光学系とクロストークキャンセル回路を設けてクロストークを低減しようとする手法がある。

【0008】しかしながらこの方法では、装置の光学系及び信号処理系がさらに複雑なものになってしまうデメリットがある。再生クロストーク低減のための特別な光学系や信号処理回路を特に設けることをせずに、クロストークを低減する方法として、グループ（案内溝）とランド（案内溝相互間）の幅を等しくし、グループ深さを再生光波長に対応したある範囲内とすることが効果的であると提案がある。(Jpn. J. Appl. Phys. Vol 32 (1993) pp. 5324-5328)。

【0009】これによれば、ランド幅＝グループ幅でかつグループ深さが $\lambda/7n \sim \lambda/5n$ (λ :再生光波長、 n :基板の屈折率)のときにクロストークが低減されることが、計算及び実験事実として示されている。このことは特開平5-282705号にも記されている。この論文に記載されているCN比（キャリア/ノイズ比）、クロストークのグループ深さ依存性によれば、溝深さを最適値とすることでクロストークの低減効果がみられるが、ランド部とグループ部でのCN比がアンバランスとなってしまう。

【0010】L&G記録を行なう場合、ランド部のキャリアレベルとグループ部のキャリアレベルに違いが生じ、その結果、一方のCN比が著しく低下することは、ディスクの信号品質において望ましいことではない。一方、高密度のために、トラックピッチをつめる場合、通常は、クロストークの量が所定のレベル以下となるように、トラックピッチ及び溝形状等を選べば良いのであるが、相変化媒体においては、もう一つ考慮しなければならない問題がある。

【0011】それは、あるトラックに繰り返しオーバーライトしたときに、隣接トラックの非晶質ビットが消える（再結晶化する）という問題がある。その理由は必ずしも明らかではないが、隣接トラックの記録時の集束光ビームの強度分布の裾野の部分の弱いレーザー光によって隣接トラックが昇温され、非晶質ビット部の温度が結晶化温度以上に加熱されるためであると考えられる。

【0012】その時間は、1回につき、数百ナノ秒の間ではあるが、繰り返し加熱されるうちに、徐々にではあ

4

るが再結晶化されてしまう。例えば、繰り返しオーバーライト1万回で、隣接トラックのC/N比（キャリア対ノイズ比）が初期55dBあったものが、50dB未満にまで低下するということがある。

【0013】この問題を以後クロスイレーズと称するが、相変化媒体においては、光学的な回折限界よりも、クロスイレーズによる最小トラックピッチに留意しなければならないが、その限界については必ずしも明らかではなかった。さらに、我々が鋭意検討を進めた結果、グループとランドの幅を1:1に保ったままグループ幅を狭くして狭トラックピッチ化による高密度化を進めると、繰り返しオーバーライト後の前マークの消え残りや記録マークのジッタの悪化の点でランド部での特性悪化が著しいことが判明した。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明はかかる課題を解決するもので、特に波長700nm以下のレーザー光を光源として用いるようなL&G記録型光ディスクにおいて、ランド部とグループ部の記録マークのキャリアレベルのアンバランスを解消し、ランド部及びグループ部のいずれに記録しても、同等な高い信号品質の得られる高密度光ディスクを提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、グループ深さの規定と、未記録領域と記録マークからの反射光の位相差について検討を重ねた結果なされたもので、その要旨は、溝が形成された透明基板上に、誘電体層、相変化型記録層、誘電体層、金属反射層を順次積層した構成からなり、前記溝上とランド上の両方を記録領域として用い、700nm以下の波長のレーザー光を照射することによって情報の記録、消去、再生を行なう光記録媒体であって、

(1) 溝幅が $0.3\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下、ランド幅が $0.3\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下で、かつ溝深さ d が以下に示す不等式を満たし、

【0016】

【数7】 $\lambda/7n < d < \lambda/5n$

(λ :照射光の波長、 n :基板の屈折率、 d :溝の深さ)

【0017】(2) 下記で定義される未記録領域からの反射光と記録領域からの反射光のうち、反射率の大きい方を R_{high} (%)、低い方を R_{low} (%)とし、未記録領域と記録領域からの反射光の位相差を α とすると、以下に示す式を満たし、

【0018】

【数8】 $10 \leq R_{\text{high}} \leq 40$

【0019】

【数9】 $R_{\text{low}}/R_{\text{high}} \leq 0.15$

$m\pi \neq \alpha$ (m は整数)

ただし、

5

$\alpha = (\text{未記録領域からの反射光の位相}) - (\text{記録領域からの反射光の位相})$

【0020】(3) ランド幅LWが次式を満たし、

【0021】

【数10】 $0.62\lambda/NA \leq LW \leq 0.8\lambda/NA$

λ は照射光波長、NAは集束レンズの開口数

【0022】(4) 溝幅GW及びランド幅LWが次式を満たす

【0023】

【数11】 $(LW+GW)/2 > 0.6\lambda/NA$

【0024】ことを特徴とする光記録媒体である。上記に示した構成により本発明の光ディスクでは、ランド部とグループ部のいずれに記録しても記録マークの信号品質(キャリアレベル)は同等となる。さらに本発明は記録トラックのピッチが、 $0.6\lambda/NA$ (λ :光ビーム波長、NA:集束レンズの開口数)より大であることを特徴とする光学的情報記録用媒体に関する。

【0025】また、ランド部におけるくり返しオーバーライトに対する耐久性を保証するため、ランド幅(従って、グループ幅もほぼ等しい)を、 $0.62\lambda/NA$ 以上、 $0.8\lambda/NA$ 以下とすることを特徴とする光学的情報記録用媒体に関する。これらは、波長700nm以下のレーザー光を光源として用いるようなL&G記録方式の光ディスクの信頼性を保証する点において不可欠な規定である。本発明がランド&グループ記録用光記録媒体の再生過程に如何に作用して効果をもたらすかについて、その有効となる根拠を簡単なモデルを用いて以下に詳細に説明する。

【0026】図1~図4にL&G用光ディスクのランド上またはグループ上に再生光ビームが照射されている場合を模式図として示した。図を見やすくするために記録層2以外の層は省略した。再生光ビームは対物レンズなどを用いて集光され、基板1側からディスクに照射されているとし、以下、収束ビームと呼ぶ。図1と図3は未*

$$\phi_1 = R_{c1} \cdot \exp[-2\pi i \cdot 2nd/\lambda] + R_{c2} \cdot \exp[-2\pi i \cdot 0] \quad (a)$$

【0032】ただし、 R_{c1} は収束ビームが照射されたランド部の領域6からの反射光量、 R_{c2} は収束ビームが照射されたグループ部の領域7からの反射光量、 n は基板の屈折率、 d はグループの深さ、 λ は照射光の波長、 i は虚数単位を示している。図2のようにアモルファス記※

$$\phi_2 = R_{a1} \cdot \exp[-2\pi i (2nd/\lambda + \alpha)] + R_{c2} \cdot \exp[-2\pi i \cdot 0] \quad (b)$$

【0034】ただし、 R_{a1} は収束ビームが照射されたランド部の領域6からの反射光量、 R_{c2} は収束ビームが照射されたグループ部の領域7からの反射光量を示している。図3のようにアモルファス記録マークのないランド★

$$\phi_3 = R_{c1} \cdot \exp[-2\pi i \cdot 0] + R_{c2} \cdot \exp[-2\pi i (2nd/\lambda)] \quad (c)$$

【0036】ただし、 R_{c1} は収束ビームが照射されたグ

6

*記録領域に収束ビーム5が存在する場合を示し、図2と図4は記録マーク8上に収束ビーム6が存在する場合を示している。

【0027】仮定では計算を簡単にするために、記録マーク8が収束ビーム5より十分長いと仮定する。後に実施例で示すように、実際には記録マークが収束ビーム径よりも短くても何ら問題はない。ここでは、未記録時の記録層の状態を結晶状態、記録時の記録層の状態をアモルファス状態と定義する。

10 【0028】収束ビームの強度は実際のモデルに即してガウス分布とし、ビーム径を中心強度の $1/e^2$ と定義する。ランド3の幅(ランド幅)とグループ4の幅(グループ幅)は等しく、かつ、ビーム径の半分の長さであると仮定し、ランド3とグループ4の間の段差を d とする。収束ビームは基板側から照射されるので、紙面の向こう側から入射して反射する。

20 【0029】したがって、光源側から見るとランド部3が凹となり、反対にグループ部4が凸となっている。グループ面を位相の基準にとるとランド部からの反射光はグループ部からの反射光よりも $2\pi \cdot 2nd/\lambda$ だけ位相が遅れる。ただし、 n は基板の屈折率、 d は溝(グループ)の深さ、 λ は収束ビームの波長である。

【0030】位相の変化はグループ深さのみに起因するものではなく、記録層の相変化前後における光学定数の変化によっても一般に位相差が変化する。ここでは、アモルファス領域からの反射光が結晶領域からの反射光よりも $2\pi\alpha$ (α :位相差)だけ位相が遅れると仮定する。以下、グループ面を位相の基準にとって収束ビームの振幅反射率を必要に応じて位相差 α を用いながら定式化することにする。図1のようにアモルファス記録マークのないランド部3に収束ビーム5がある場合の振幅反射率 ϕ_1 は次式で表すことができる。

【0031】

【数12】

※記録マークのあるランド部に収束ビーム5がある場合の振幅反射率 ϕ_2 は次式で表すことができる。

【0033】

【数13】

★部に収束ビーム5がある場合の振幅反射率 ϕ_3 は次式で表すことができる。

【0035】

【数14】

50 ループ部の領域7からの反射光量、 R_{c2} は収束ビームが

7

8

照射されたランド部の領域6からの反射光量を示している。図4のようにアモルファス記録マークのあるグループ部に収束ビーム5がある場合の振幅反射率 ϕ_4 は次式*

$$\phi_4 = R_{a1} \cdot \exp[-2\pi i \alpha] + R_{c2} \cdot \exp[-2\pi i (2nd/\lambda)] \quad (d)$$

【0038】ただし、 R_{a1} は収束ビームが照射されたグループ部の領域7からの反射光量、 R_{c2} は収束ビームが照射されたランド部の領域6からの反射光量を示している。ここで、ランド幅=グループ幅で、その幅は収束ビーム径の半分と仮定しているので、 $0 < \beta < 1$ と置く、

【0039】

【数16】

$$R_{c2} = \beta R_{c1} \quad (e)$$

【0040】

【数17】

$$R_{d2} = \beta R_{a1} \quad (f)$$

【0041】とかける。 $R_c = R_{c1} + R_{c2}$ 、 $R_a = R_{a1}$

+ R_{a0} と置いて式(c)と式(f)を整理すると、

【0042】

$$\phi_1 = [R_c / (1 + \beta)] [\beta + \exp[-4\pi i nd/\lambda]] \quad (k)$$

【0048】

$$\phi_2 = [1 / (1 + \beta)] [\beta R_c + R_a \cdot \exp[-4\pi i nd/\lambda - 2\pi i \alpha]] \quad (l)$$

【0049】

$$\phi_3 = [R_c / (1 + \beta)] [1 + \beta \cdot \exp[-4\pi i nd/\lambda]] \quad (m)$$

【0050】

$$\phi_4 = [1 / (1 + \beta)] [R_a \cdot \exp(-2\pi i \alpha) + \beta R_c \cdot \exp[-4\pi i nd/\lambda]] \quad (n)$$

【0051】ここで、ランド部に記録した場合、再生キャリアレベル CL' (L)は

$$CL'(L) = |\phi_1|^2 - |\phi_2|^2 \quad (o)$$

【0053】に比例する。また、同様にグループ部に記録した場合、再生キャリアレベルは

$$CL'(G) = |\phi_3|^2 - |\phi_4|^2 \quad (p)$$

【0055】に比例する。ランド部とグループ部のキャリアレベルの差が生じないということは、式(o)と式(p)との差が0になるということに他ならない。式(k)~式(n)を式(m)と式(o)に代入して差を計算し、その差が0になる必要条件を求めると、 $\alpha = m\pi$ (ただしmは整数)となる。

【0056】この結果は、相転移間の位相差が π の整数倍(0を含む)の場合において、ランド幅=グループ幅のときに、ランド部とグループ部の再生信号振幅が等しくなることを示している。これに反して、我々は相転移間の位相差のある層構成のディスクを意図的に作製し、鋭意検討を進めてきた。

【0057】その結果、相転移間位相差がいかなる任意の値をとっても、ランド部とグループ部の信号振幅に差

*で表すことができる。

【0037】

【数15】

※【数18】

$$R_{c1} = R_c / (1 + \beta) \quad (g)$$

【0043】

【数19】

$$R_{c2} = \beta R_c / (1 + \beta) \quad (h)$$

【0044】

【数20】

$$R_{a1} = R_a / (1 + \beta) \quad (i)$$

【0045】

【数21】

$$R_{a2} = \beta R_a / (1 + \beta) \quad (j)$$

【0046】となる。式(g)~式(j)を式(a)~式(d)に代入して整理すると、

【0047】

※20 【数22】

★ ★【数23】

☆ ☆【数24】

◆ ◆【数25】

【0052】

【数26】

【0054】

【数27】

が生じない新たな条件を見出すに至った。この条件とは、記録層が結晶状態のときのディスクの鏡面部の反射率 R_c とアモルファス状態のときのディスクの鏡面部反射率 R_a の比率がある範囲内に限定するというものである。

【0058】そもそも、ランド幅=グループ幅の場合、ランドとグループで再生信号振幅が異なるのは溝形状に依存する位相差と相転移間位相差が関係しているが、ランドとグループの反射光量の違い(すなわち再生信号振幅の差)は、相転移間の反射率の比率によって干渉効果の程度が異なることにも大きく依存している。すなわち、 R_c と R_a のうち反射率の大きい方を R_{high} 、反射率の小さい方を R_{low} とすると、 R_{low} が R_{high} に比べて十分小さければ、いかに位相差が生じようとも実質的

には干渉によるランドとグルーブの反射光量の差異は十分小さい。

【0059】このことを実際に調べる目的で、我々は相転移間位相差と R_{high} 、 R_{low} の異なるディスクを大量に作製し、ランドとグルーブの再生信号振幅の差に与える影響を調べた。その結果、本発明の請求項1で示したように、 R_{high} の範囲を10%から40%の範囲に限定したディスクにおいて、 R_{high}/R_{low} が0.15以下とすることにより、相転移間位相差が任意の値でも、L & G記録におけるランド記録の信号品質とグルーブ記録の信号品質を同等にすることが可能であることを見出した。

【0060】このために必要な R_{high}/R_{low} の範囲の特定は、各層の光学定数と膜厚を適切に選択することで実現することができる。基板の溝深さについては、Jpn. J. Appl. Phys. Vol 32 (1993) pp. 5324-5328に記載されているように、グルーブ深さが $\lambda/7n \sim \lambda/5n$ (λ :再生光波長、 n :基板の屈折率)のときに隣接トラックからのクロストークが低減されるため、この範囲にあることが望ましい。

【0061】ここで、溝幅、溝深さの測定方法について述べる。測定は、Ne-Neレーザー光(波長630nm)を基板の溝の付いていない側から照射し、透過光について基板の溝により回折した0次光強度 I_0 、1次光強度 I_1 、2次光強度 I_2 および回折光の角度を測定することにより行う。Pを溝ピッチ、wを溝幅、dを溝深さ、 λ をレーザー波長、 θ を0次光と1次光の間の角度とした場合、溝が矩形の時には、

【0062】

$$【数28】 I_2/I_1 = \cos^2(\pi \epsilon)$$

【0063】

【数29】

$$I_2/I_1 = \{2 \sin^2(\pi \epsilon) (1 - \cos \delta)\} / [\pi^2 \{1 - 2\epsilon(1 - \epsilon)(1 - \cos \delta)\}]$$

【0064】

$$【数30】 \epsilon = w/P, \delta = 2(n-1)\pi d/\lambda$$

(n は基板の屈折率)

【0065】

$$【数31】 P = \lambda / \sin \theta$$

【0066】の関係が成り立つため溝幅、溝深さが計算される。実際の溝形状は完全な矩形ではないが、本発明における溝形状は上記の測定法により溝の幅及び溝深さを一義的に決定した値を用いている。従って、本発明における溝形状は矩形からずれた場合であっても適用される。ランド又はグルーブのいずれのトラックに記録しても高い信号品質を保証する。

【0067】請求項1に記載の金属反射層の上に膜の保護のために樹脂層を塗布又はスピコートして作成することが望ましい。本発明で誘電体層に用いる誘電体とし

ては、種々の組合せが可能であり、屈折率、熱伝導率、化学的安定性、機械的強度、密着性等に留意して決定される。一般的には透明性が高く高融点であるMg、Ca、Sr、Y、La、Ce、Ho、Er、Yb、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Zn、Al、Si、Ge、Pb等の酸化物、硫化物、窒化物やCa、Mg、Li等のフッ化物を用いることができる。

【0068】このうちで、ZnSとSiO₂またはY₂O₃の少なくとも一方の混合膜を用いる場合、望ましくはSiO₂またはY₂O₃の含量が5~40mol%であると、記録したディスクの保存安定性に優れる。ディスクは片面のみを利用した単板仕様として使用できるほか、2枚のディスクを基板と反対側の面を向い合わせにして貼り合わせることで容量を増大させることができる。

【0069】又、貼合せディスクとした場合にディスクの両側に光ピックアップをセッティングした構造のドライブを採用することにより、ディスクの入れ替えを全くせずに、両面同時に記録消去再生が行える。これはレーザー照射側と反対側に磁石を必要とする光磁気型ディスクでは行うことのできない重要な特徴である。本発明のディスクを設計するには、相変化前後の反射光の位相差を正確に把握する必要がある。

【0070】また、願わくば前記 A_c/A_a をも正確に把握して、ある範囲内とすることがCN比や記録マークのジッタの点でより望ましい。位相差の測定についてはレーザー干渉顕微鏡などによって実測することができる。 A_c/A_a は多層構造の中の記録層のみの吸収率比であるため、直接測定して知ることができない。

【0071】しかしながら、相変化前後の反射光の位相差も吸収率比 A_c/A_a も各層の光学定数と膜厚を用いて計算によって求めることができる。計算方法は「分光の基礎と方法」(工藤恵栄著、オーム社、1985)3章に詳しく述べられている。本実施例及び比較例における位相差、吸収率比の計算値はこの文献に記載された方法に基づいて計算を行った。

【0072】各層の光学定数はあらかじめ単層膜をスパッタリングなどの方法で作製し、エリブソメーターなどで測定すればよい。本発明の光ディスクの記録・消去・再生は対物レンズで集光した1ビームのレーザーを使用し、回転する光ディスクの基板側から照射する。記録及び消去時にはパルス状に変調したレーザービームを回転するディスクに照射し、記録層を結晶状態又はアモルファス状態の2つの可逆的な状態に相変化させ、記録状態又は消去状態(未記録状態)とする。

【0073】このとき、オーバーライトにより、記録しながら記録前に存在していたマークを同時に消去することもできる。再生時には記録及び消去時のレーザーパワーよりも低いパワーのレーザー光を回転するディスクに照射する。このとき、再生直前の記録層の相状態を変化

11

させてはならない。反射光の強度変化をフォトディテクタで検知して、記録又は未記録状態を判定することにより再生を行なう。

【0074】さて、前述のようにランドとグループにおいても良好な初期特性が得られるようになった後、くり返しオーバーライトに対する耐久性、及び前述のクロスイレーズに対する耐久性を一層改善することが望まれる。本発明者らの検討によれば、グループ部のくり返しオーバーライトに対する耐久性はグループ幅が細くなるほうがむしろ良好でトラックピッチの高密度化に矛盾しない。強いて、下限を設けるとすれば、溝（グループ）内から記録マークがはみ出さないことで、その条件は、例えば特開平6-338064において、集束ビーム形状と関連づけて規定されている。

【0075】しかしながら、くり返しオーバーライトに対する耐久性がグループ幅あるいはランド幅に影響されることは何もふれられていない本発明者らの検討によれば、ランド上におけるくり返しオーバーライトは、ランド幅とビーム径との相対関係に依存し、ランド幅がビーム径に比して著しく狭くなると、急激に劣化することが判明した。

【0076】そこで、本発明ではランドの幅を好ましくは $0.62 \times (\lambda/NA)$ から $0.80 \times (\lambda/NA)$ の範囲とする。ランドの幅がこの範囲内よりも狭いと、ランド上に記録マークを繰り返しオーバーライトした場合に前マークの消え残りが顕著になり、記録マークのジッタが著しく悪化する。

【0077】ランドの幅がこの範囲内にある場合には、繰り返しオーバーライトした場合の前マークの消え残りや記録マークのジッタの著しい悪化はなく、グループに記録した場合と同等の特性が保たれる。ランドの幅がこの範囲より大きい場合にはランドの繰り返しオーバーライト特性に何ら問題はなく、良好な特性を得られるが、高密度記録という観点から無意味にランド幅を広げて記録密度を低下させるのは得策でない。

【0078】さらに、クロスイレーズ現象も、ビームスポット径と、記録トラックピッチとの相対的關係に依存することが判明した。すなわち、クロスイレーズを実用上無視できるレベルにまで低減できる最小トラックピッチが存在し、それは、ビームスポットの径の大小に依存する。光ビームスポット径は λ/NA に比例するから、許容可能最小ピッチは λ/NA に比例するとみなせる。

【0079】比例係数は、正確には実験に基づいて決定すれば良い。実際本発明者らが種々検討を行ったところ、L & G記録の溝ピッチについては $1.2 (\lambda/NA)$ より大とすれば104回オーバーライト後のC/N比（キャリア対ノイズ比）の低下を3dB未満とでき実用上問題のないレベルとできる。L & G記録の実質的な記録トラックピッチは溝ピッチ（グループピッチ）の半分であるから、最小記録トラックピッチを $0.6 (\lambda/$

12

NA)より大とすれば、クロスイレーズによる隣接トラックの信号劣化を防止できることが実験的にも確認された。

【0080】上記0.6という値は理論的にはレンズ9を通った収束光10のビームスポットのちょうど半分に相当する。すなわち、収束光ビーム10は図5に示すような形をしており、回折効果により強度分布（図5の11が強度分布を示す図）にサブピークが現れる。中央スポットの直径は、ほぼ $1.2 (\lambda/NA)$ で表される。

【0081】これをエアリーディスク (airy disk) 12という。また、この中の光強度分布は一様ではなく強度が $1/e^2$ (eは自然対数の底)となる直径は、 $0.82 (\lambda/NA)$ と表される。トラック1の最小ピッチは、エアリーディスクの半径に対応していることから、クロスイレーズ現象は、第1近似として図5に示すような集束光ビームスポットのエアリーディスクの裾野の部分の、弱いレーザー光によって隣接するトラックが昇温されるためという物理的意味あいも明確になった。

【0082】クロスイレーズ現象が記録層の熱伝導にほとんど影響されないのは、現在知られている、GeSbTe、AgInSbTe、InSnTe、InSbTe等IIIb、IVb、Vb、VIb族元素のいずれかまたは、その混合物（合金）を主成分として40at.%以上を含む記録層においては、熱伝導率は光磁気媒体等に比べて2~3桁小さなオーダーであるためである。そして、記録に要する10~100ナノ秒オーダーでは実質的に断熱的であるからである。

【0083】従って、上記 $0.6 \lambda/NA$ で決まる最小トラックピッチは実質的にビームスポット径、従って、光ビーム波長及びNAによってのみ決まる。ただし、繰り返しオーバーライト1万回以上でのクロスイレーズを若干であるが、さらに低減するのは、記録媒体の層構成や記録層物性の制限によっても達成できる。

【0084】記録層の融点や結晶化温度にも依存するが、上記合金記録層において結晶/非晶質間の可逆的変化が可能であることが現在知られている組成では、融点 T_m が700℃未満、結晶化温度 T_g が150℃以上であるものが多い。実際、Ge₁Sb₂Te₄あるいはGe₂Sb₂Te₃組成近傍では、融点が600~620℃、結晶化温度が150~170℃である。また、Ag_{0.11}In_{0.11}Te_{0.20}Sb_{0.55}では、融点が約550℃、結晶化温度は約230℃である。T_gが150℃より低いと、非晶質状態の安定性が悪くクロスイレーズされやすい。

【0085】また、T_mが700℃以上となると記録時に照射すべきエネルギーが高くなり、やはり隣接トラックにクロスイレーズを生じやすい。層構成については、記録層膜厚が30nmを越えると、記録感度が低下し、また、記録時に隣接トラックへ熱が逃げ出しやすいため

13

クロスイレースが起きやすい。以下に実施例を示すが、本発明はその要旨を越えない限り以下の実施例に限定されるものではない。

【0086】実施例1

基板としてポリカーボネート樹脂基板を射出成形により得た。基板は、溝（グループ）ピッチを $1.3\mu\text{m} \sim 1.6\mu\text{m}$ までは $0.05\mu\text{m}$ きざみで変えたものを複数枚用意した。従って、実質的な記録トラックピッチは $0.65 \sim 0.8\mu\text{m}$ となる。得られた基板に下部保護層として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を 2100\AA 、記録層として $\text{Ge}_{22}\text{Sb}_{23.5}\text{Te}_{54.5}$ を 200\AA 、上部保護層として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を 200\AA 、反射層として $\text{Al}_{97.5}\text{Ta}_{2.5}$ を 1000\AA スパッタにより形成した。反射層の上に更に紫外線硬化樹脂を保護コートとして設けた。

【0087】初期化により、全面結晶化した状態を未記録状態とし、記録マークは非晶質である。未記録状態の反射率 R_{high} は 14.2% 、反射率比 $R_{\text{low}}/R_{\text{high}}=0.09$ 、 $A_c/A_a=0.91$ 、位相差は -0.44π である。光ヘッドは、波長 680nm 、 $\text{NA}=0.55$ のものをを用いた。線速度は 3m/s とし、 $P_w=8 \sim 9\text{mW}$ 、 $P_e=4.5\text{mW}$ とした。また記録パワーは、周波数 2.24MHz 、デューティー 25% の単一パターンで変調した。溝上に記録を行った場合は隣接両溝間に繰り返しオーバーライトを行って、最初に溝に記録された信号の C/N 比の低下を測定した。

【0088】ランド上に記録を行って、隣接する両溝上に繰り返しオーバーライトした場合についても同様の測定を行った。溝ピッチが $1.5\mu\text{m}$ （記録トラックピッチ $0.75\mu\text{m}$ ）より大であれば、1万回オーバーライト後の隣接溝または溝間の C/N 比の低下を 3dB 未満とでき、実用上問題のないレベルであった。

【0089】 $(680/0.55) \times 0.6 = 741\text{nm} = 0.741\mu\text{m}$ であり、最小トラックピッチに関する要件 $0.6\lambda/\text{NA}$ より大であるとみなせる。一方、 680nm 、 $\text{NA}=0.6$ のヘッドを用いて同様の実験を行うと、溝ピッチ $1.4\mu\text{m}$ （記録トラックピッチ $0.7\mu\text{m}$ ）まで問題なかった。これは、 $(680/0.6) \times 0.6 = 0.680\mu\text{m}$ という最小記録トラックピッチ条件を満たしている。

【0090】一方、ランド上に記録を行い、隣接両溝内に繰り返しオーバーライトして、ランド上の信号のクロスイレースによる劣化を測定したところ、 $1 \sim 2\text{dB}$ の違いを除き、全く同様の結果がえられた。さらに、ランド上に繰り返しオーバーライトし、その溝間上の信号のマーク長ジッターを測定した。この場合、 $\lambda=680\text{nm}$ 、 $\text{NA}=0.55$ のヘッドでのみ測定を行った。溝ピッチ $1.6\mu\text{m}$ （ランド幅 $\approx 0.8\mu\text{m}$ ）の場合にのみ、 10^3 回のオーバーライトに対するジッター増加はほとんどなかった（ 20% 程度の増加のみ）。この場

14

合、ランド幅は、 $0.62\lambda/\text{NA} \approx 0.77\mu\text{m}$ より広く、本発明の要件をみたす。一方、溝ピッチ $1.4\mu\text{m}$ （ランド幅 $0.7\mu\text{m}$ ）では、ジッターの増加が著しく、 10^3 回のオーバーライトで、2倍以上となった。

【0091】なお、本発明者らの熱拡散方程式を数値計算によって解いた解析結果によれば、この実施例で用いた層構成は、横方向の熱拡散が最も多いものの一つであり、クロスイレースに関して最も厳しい条件で検討していることになる。従って上記最小トラックピッチに関する規定は、層構成に依存せず成立すると考えてよい。

【0092】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明による光記録媒体および記録再生方法によれば、ランドとグループの両方に信号を記録しても溝深さが限定されているために隣接トラックからのクロストークを低減することができる。また、再生光の波長と同じ波長を有するコヒーレント光に対する未記録領域からの反射光の反射率と記録領域からの反射光の反射率の比率を規定しているために、ランド部の記録マークのキャリアレベルとグループ部のキャリアレベルの間の好ましからざる差を解消できる。

【0093】したがってランド部とグループ部のいずれに記録しても同等なレベルの再生信号振幅が得られ、高品質で高信頼性のランドグループ記録用ディスクを提供できる。また、本発明の光記録媒体の記録層がアモルファス状態の場合に記録層に吸収される照射光の光の割合と、前記記録層が結晶状態の場合に記録層に吸収される照射光の光の割合の比率、すなわち、記録層がアモルファス相である場合を A_a 、記録層が結晶状態である場合を A_c としたとき、結晶状態とアモルファス状態の吸収率の比 A_c/A_a を

【0094】

【数32】 $0.84 \leq A_c/A_a < 1.01$

【0095】の範囲に規定することにより、高 C/N 比かつ記録マークのジッターの低い優れた特性を保証でき、優れたディスクを提供できる。さらに、本発明の光記録媒体を用いることにより、溝上と溝間の両方を記録領域として用い、いずれの領域にも 700nm 以下の波長のレーザーの1ビームオーバーライトによって記録、消去、再生せしめることを特徴とする記録再生方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例における光ディスクの溝形状と照射レーザー光の収束ビームの位置関係を説明するための拡大斜視図。

【図2】実施例における光ディスクの溝形状と照射レーザー光の収束ビームの位置関係を説明するための拡大斜視図。

【図3】実施例における光ディスクの溝形状と照射レーザー光の収束ビームの位置関係を説明するための拡大斜

15

視図。

【図4】実施例における光ディスクの溝形状と照射レーザー光の収束ビームの位置関係を説明するための拡大斜視図。

【図5】収束光ビームの強度分布についての説明図。

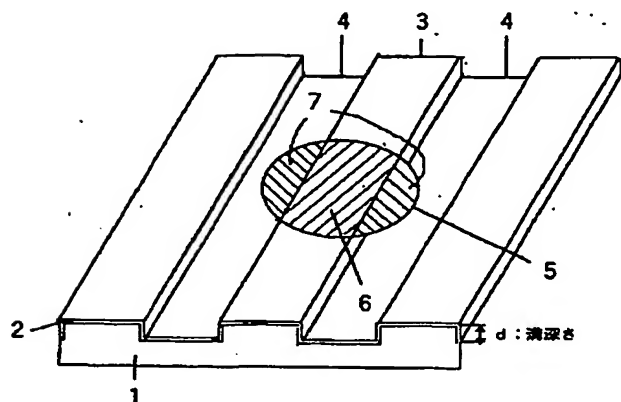
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 記録層
- 3 ランド部

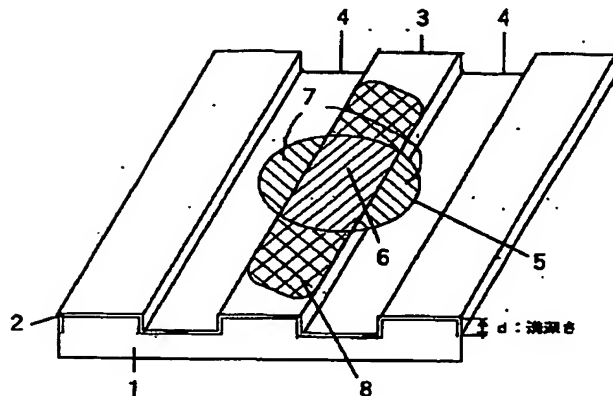
16

- * 4 グループ部
- 5 収束ビーム
- 6 ランドに照射された収束ビームの領域
- 7 グループに照射された収束ビームの領域
- 8 記録マーク
- 9 レンズ
- 10 収束光
- 11 強度分布
- * 12 エアリーディスク

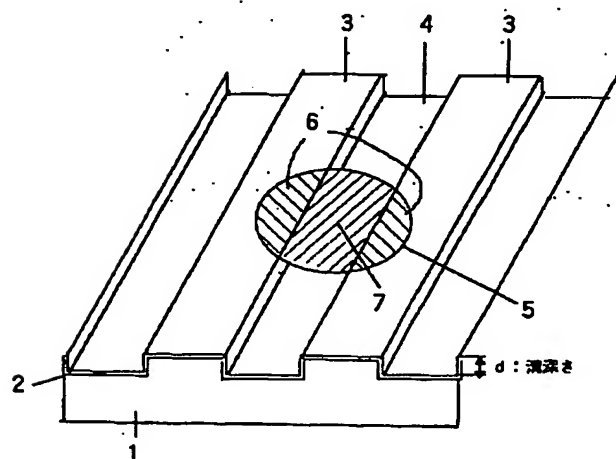
【図1】



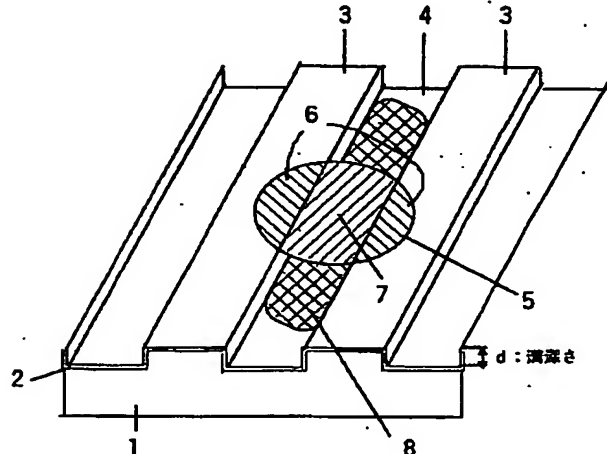
【図2】



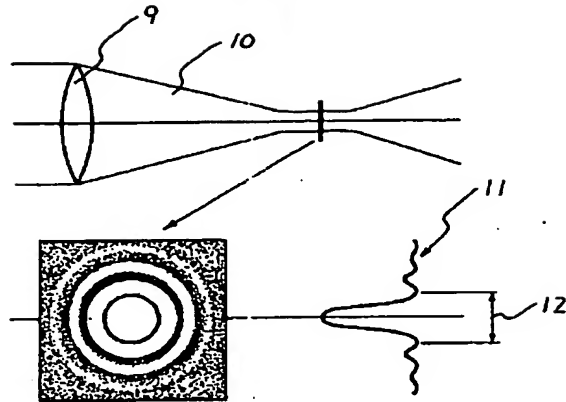
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 堀江 通和
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
三菱化学株式会社横浜総合研究所内